

# Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Efisiensi Penyisihan COD Limbah Cair *Pulp* dan Kertas dengan Reaktor Kontak Stabilisasi

Hayatrie Tasbieh<sup>1)</sup>, Adrianto Ahmad<sup>2)</sup>, Sri Rezeki Muria<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, <sup>2)</sup>Dosen Teknik Kimia  
Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
email: tasbiehayatrie@gmail.com

## ABSTRACT

*Every year the production of pulp and paper continued to increase. This resulted in the wastewater produced in large quantities. Characteristics of Chemical Oxygen Demand (COD) in the pulp and paper effluent is 3500 mg/L. COD is one of the important parameters in determining the quality of wastewater and measurement of water pollution by organic substances. High value of COD in waste water indicates that the degree of contamination at a higher too. Therefore, the pulp and paper wastewater treatment is necessary before it is discharged into waters. COD handling of pulp and paper wastewater can be aerobically by using the stabilization contact reactor. The aim of this study is to set aside the content of COD and determine the effect of detention time on COD removal efficiency and optimum pH of pulp and paper effluent. The results showed that the COD removal by varying the detention time for 1 hour, 2 hours, 3 hours and 4 hours, the highest COD removal efficiency obtained at 4 hours in the amount of 87.14 % with pH of 8.0. This suggests that the stabilization contact reactor is stabilized in removing wastewater COD content of the pulp and paper.*

*Keyword: Aerobic, Provision for the content of COD, Pulp and paper wastewater, Stabilization contact reactor.*

## 1. PENDAHULUAN

Setiap tahunnya produksi *pulp* dan kertas terus mengalami peningkatan, bahkan terjadinya krisis ekonomi di Indonesia tidak menyurutkan industri *pulp* dan kertas Indonesia. Tingginya konsumsi kertas baik secara global dan nasional telah mendorong industri *pulp* dan kertas untuk meningkatkan kapasitas produksinya dari tahun ke-tahun. Hal ini diungkapkan oleh Asosiasi Pengusaha *Pulp* dan Kertas Indonesia [Haryono, 2011]. Menurut APKI, hingga akhir tahun 2006 industri *pulp* dan kertas Indonesia sudah berhasil memproduksi sebanyak 8.853.280 ton *pulp* pertahun dan 5.672.210 ton kertas pertahun. APKI telah menargetkan volume produksi industri *pulp* dapat mencapai 20,4 juta

ton dan kertas sebesar 19,8 juta ton pada tahun 2020. Sampai saat ini produksi *pulp* di Indonesia telah mencapai 6,9 juta ton per tahun dan kertas yang diproduksi sebesar 11,5 juta ton pertahun.

Karakteristik *Chemical Oxygen Demand* (COD) dalam limbah cair industri *pulp* dan kertas pada umumnya melebihi kadar maksimum baku mutu limbah cair pabrik *pulp* dan kertas yang ditentukan oleh pemerintah RI melalui KEPMEN Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 1995 untuk COD senilai 350 mg/L. Nilai COD yang tinggi dalam air limbah mengindikasikan bahwa derajat pencemaran pada suatu perairan makin tinggi pula [Asmadi dan Suharno, 2012]. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan limbah cair industri *pulp* dan

kertas dengan menggunakan reaktor kontak stabilisasi. Reaktor kontak stabilisasi yang digunakan merupakan metode modifikasi lumpur aktif dimana penyisihan COD melalui dua tahap yaitu adsorpsi dan oksidasi. Adsorpsi terjadi pada tangki kontak dimana terjadi reaksi adsorpsi zat-zat organik yang terlarut dan partikel-partikel koloidal oleh mikroorganisme, sedangkan oksidasi terjadi pada tangki stabilisasi dimana bioflok mengalami aerasi lebih lanjut dengan tujuan menyempurnakan oksidasi materi organik dan replika sel mikroorganisme sehingga dihasilkan lumpur yang stabil untuk kemudian digunakan kembali pada tangki kontak [Nelson, 1996].

Nelson [1996] melakukan penelitian menggunakan reaktor kontak stabilisasi dengan sistem kombinasi proses kontak stabilisasi dan adsorpsi karbon aktif granular dalam pengolahan limbah cair industri tekstil memperoleh efisiensi penyisihan COD sebesar 61,89%.

Carolina [2010] melakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair industri tahu dengan reaktor kontak stabilisasi terhadap variasi waktu detensi, didapat waktu detensi optimum dalam penyisihan COD adalah pada waktu detensi 2 jam dengan efisiensi penyisihan COD sebesar 82,26%.

Susanti [2010] melakukan penelitian menggunakan reaktor kontak stabilisasi untuk mengolah limbah cair industri tahu terhadap variasi persen resirkulasi lumpur, didapatkan persen resirkulasi yang optimum dalam penyisihan COD adalah pada resirkulasi 75% dengan efisiensi penyisihan COD sebesar 82,60%.

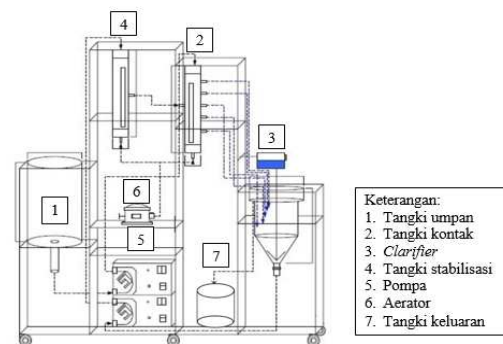
Tujuan penelitian ini adalah untuk menyisihkan kandungan COD limbah cair industri *pulp* dan kertas dan untuk menentukan pengaruh waktu detensi

terhadap efisiensi penyisihan COD dan pH optimum limbah cair *pulp* dan kertas.

## 2. METODE PENELITIAN

Limbah cair yang digunakan adalah limbah cair *pulp* dan kertas. Variabel proses yang digunakan adalah variasi waktu detensi yaitu 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam. Parameter yang diamati adalah pH dan COD. Metode pengukuran pH menggunakan pHmeter sedangkan COD dengan metode titrasi sesuai dengan *standard methods* [APHA, AWWA dan WPCF, 1992]. Peralatan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor kontak stabilisasi dan peralatan pendukung sistem secara keseluruhan terdiri dari tangki umpan, selang, pompa, tangki efluen, dan aerator

Gambar rangkaian alat reaktor kontak stabilisasi dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rangkaian Instalasi Pengolahan Limbah Cair

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa pada operasinya air buangan dialirkan ke dalam tangki kontak, dimana terjadi reaksi adsorpsi zat-zat organik yang terlarut dan partikel-partikel koloidal oleh mikroorganisme, karena itu proses yang paling berperan dalam tangki kontak ini adalah *biosorption*. Materi-materi teradsorpsi inilah yang nantinya akan digunakan oleh mikroorganisme untuk metabolisme hidupnya. Efluen dari tangki kontak kemudian dialirkan ke tangki pengendap, dimana pada tangki ini terjadi

pemisahan antara lumpur aktif yang telah mengadsorpsi materi organik (bioflok) dengan cairannya. Cairan yang terpisah ini diharapkan memiliki kandungan organik yang rendah dan langsung dibuang. Bioflok yang telah mengendap ini kemudian diresirkulasikan ke tangki stabilisasi. Pada tangki stabilisasi, bioflok mengalami aerasi lebih lanjut dengan tujuan menyempurnakan oksidasi materi organik dan replika sel mikroorganisme sehingga dihasilkan lumpur yang stabil untuk kemudian digunakan kembali pada tangki kontak [Nelson, 1996]. Dalam penelitian ini dilakukan berbagai tahapan yaitu pembibitan, aklimatisasi, *start-up* dan kontinu.

Pada tahap pembibitan 10 L biomassa dalam digester aerob ditambahkan 1 L limbah cair segar setiap hari. Untuk mendapatkan 20 L lumpur maka pembibitan dilakukan selama 10. Setelah itu dilanjutkan tahap aklimatisasi. Pada tahap ini dikeluarkan sampel sebanyak 2 L dan dimasukkan limbah cair segar sebanyak 2 L. Sampel yang dikeluarkan tersebut akan dianalisa kandungan VSS. Tahap ini dikatakan selesai jika fluktuasi VSS sudah mencapai 10%. Kemudian dilanjutkan ke tahap *start-up*. *Start-up* ini bertujuan untuk mengembangbiakan bakteri aerob di dalam sistem reaktor sehingga diperoleh bakteri aerob yang terbiasa memanfaatkan limbah cair *pulp* dan kertas sebagai substrat. Tahap *start-up* ini dilakukan dengan mengkondisikan tangki kontak dengan waktu detensi selama 4 jam. Pada tahap ini akan dikeluarkan sampel sebanyak 400 ml untuk dianalisa pH dan COD. Tahap ini dikatakan selesai jika fluktuasi COD sudah mencapai 10% yang kemudian akan dilanjutkan dengan tahap kontinu. Tahap kontinu ini bertujuan untuk melihat pengaruh waktu detensi terhadap pH dan COD, yang diperhatikan adalah dengan waktu detensi tertentu didapat perubahan nilai pH dan

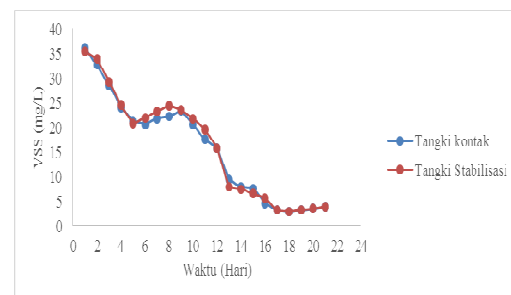
COD. Waktu detensi adalah waktu yang diperlukan oleh suatu tahapan pengolahan agar tujuan pengolahan dapat dicapai secara optimal. Semakin lama waktu detensi, maka penyisihan yang terjadi akan semakin besar. Setiap waktu detensi yang dioperasikan dilakukan pengambilan sampel pada efluen reaktor sebanyak 400 ml untuk dianalisa pH dan COD.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan melihat perubahan pH dan COD pada kondisi transien dan kondisi tunak.

#### 3.1 Perubahan VSS Tahap Aklimatisasi

Dilakukan pengukuran VSS setiap hari selama tahap aklimatisasi. Hasil pengukuran VSS tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.



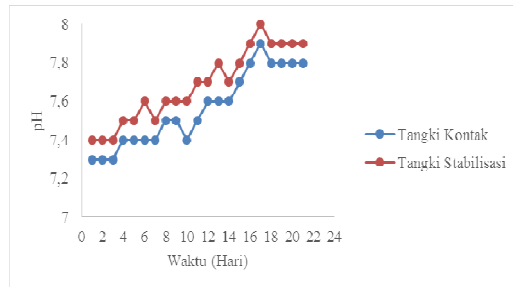
**Gambar 2.** Perubahan VSS Tahap Aklimatisasi

Gambar 2 menunjukkan bahwa penurunan kadar VSS terjadi pada awal aklimatisasi. Hal tersebut dapat terjadi karena lumpur belum dapat beradaptasi dengan limbah karena mikroorganisme pada benih lumpur memerlukan waktu untuk beradaptasi dengan substrat. Semakin bertambahnya waktu aklimatisasi, kadar VSS menjadi meningkat. Namun kadar VSS dapat menjadi turun setelah mencapai nilai maksimum yang disebabkan oleh kematian mikroorganisme akibat persaingan antar populasi. Tetapi mengalami kenaikan yang tidak

signifikan dan mencapai kondisi tunak pada akhir aklimatisasi dengan fluktuasi VSS sebesar 10%.

### 3.2 Perubahan pH Tahap Aklimatisasi

Dilakukan pengukuran pH setiap hari selama tahap aklimatisasi. Hasil pengukuran pH tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.



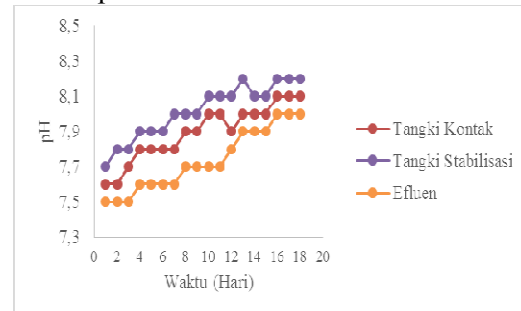
**Gambar 3.** Perubahan pH Tahap Aklimatisasi

Gambar 3 menunjukkan bahwa tingkat keasaman bahan yang baru masuk rata-rata berada pada rentang pH 7,3-7,4, kemudian semakin lama pH yang berada di dalam mengalami kenaikan dan konstan menjadi 7,9. Tetapi secara keseluruhan, rentang pH selama tahap aklimatisasi ini berada pada 7,3-8,0. Menurut Eckenfelder [1980] hampir semua sistem pengolahan biologi beroperasi pada rentang pH 6,5 – 8,5. Bila pengolahan menggunakan pH diatas atau dibawah rentang ini, maka efisiensi pengolahannya akan turun, dengan begitu gambar 4.2 menunjukkan pertumbuhan mikroorganisme di dalam tangki kontak dan tangki stabilisasi berada dalam kondisi optimum optimum yaitu 7,8 pada tangki kontak dan 7,9 pada tangki stabilisasi pada hari ke-18 sampai ke-21.

### 3.3 Perubahan pH Tahap *Start-Up*

Dilakukan pengukuran pH setiap hari selama tahap *start-up*. Tahap *start-up* dilakukan dengan mengoperasikan reaktor dengan waktu detensi 4 jam dan melakukan analisa sampel terhadap pH.

Hasil pengukuran pH tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

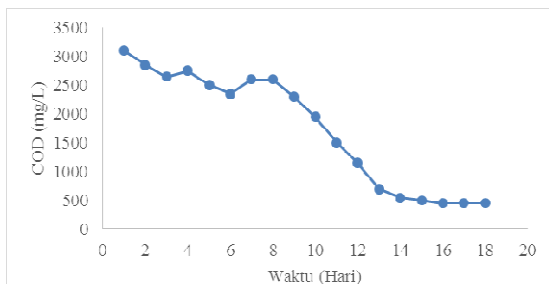


**Gambar 4.** Perubahan pH Tahap *Start-Up*

Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai pH meningkat seiring meningkatnya waktu yang disebabkan oleh aktivitas metabolisme mikroorganisme aerob di dalam reaktor seperti disimilasi yang menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dan asimilasi yang menghasilkan sel bakteri baru [Nelson, 1996]. Analisa pH dilakukan pada tiga titik sampling yaitu pada tangki kontak, tangki stabilisasi dan effluen. Nilai pH optimum pada tangki kontak terjadi pada saat kondisi tunak dengan nilai 8,2, begitu pula pada tangki stabilisasi dengan nilai 8,4, sedangkan nilai pH optimum pada effluen nilai 8,0. Menurut Ahmad dkk [1999] Selama proses *start-up* reaktor, fluktuasi nilai pH tidak dipengaruhi oleh peningkatan pembebanan organik.

### 3.4 Perubahan COD Tahap *Start-Up*

Dilakukan pengukuran COD setiap hari selama tahap *start-up*. Tahap *start-up* dilakukan dengan mengoperasikan reaktor dengan waktu detensi 4 jam dan melakukan analisa sampel terhadap COD. Hasil pengukuran COD tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.

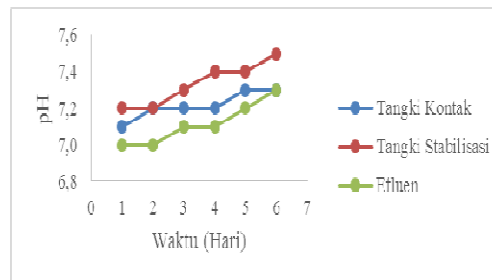


**Gambar 5.** Perubahan COD Tahap *Start-Up*

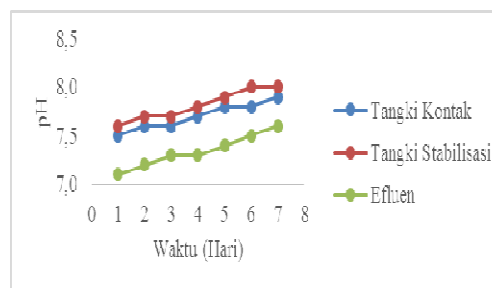
Gambar 5 menunjukkan hubungan nilai COD pada tahap *start-up* terhadap waktu pada waktu detensi selama 4 jam yang memiliki kecenderungan menurun. Menurut Nelson [1996] Penyisihan yang terjadi ini merupakan hasil proses biologis oleh mikroorganisme. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi transien diperlihatkan dengan berfluktuasinya konsentrasi COD mulai dari hari pertama hingga hari ke-15. Setelah hari ke-15 fluktuasi konsentrasi COD relatif kecil. Menurunnya nilai COD pada tahap *start-up* dari 3500 mg/L menjadi 450 mg/L terjadi dalam waktu 18 hari. Penurunan ini membuktikan bahwa pertumbuhan mikroorganisme pada sistem tersuspensi berlangsung, dengan diikuti degradasi senyawa-senyawa organik kompleks yang menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Pendegradasian senyawa organik ini akan mempengaruhi terhadap nilai COD yang dihasilkan, hal ini berarti jika nilai COD rendah menunjukkan kandungan senyawa organik di dalam air buangan akan rendah juga.

### 3.5 Perubahan pH Tahap Kontinu

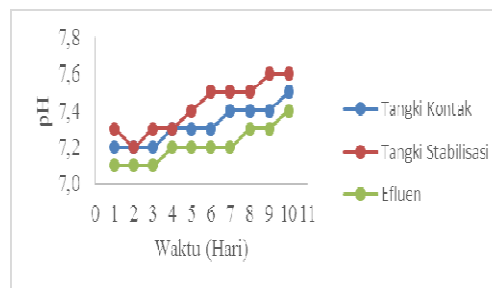
Dilakukan pengukuran pH setiap hari selama tahap kontinu. Tahap kontinu dilakukan dengan mengoperasikan reaktor dengan waktu detensi 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam sertamelakukan analisa sampel terhadap pH. Hasil pengukuran pH tersebut dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9.



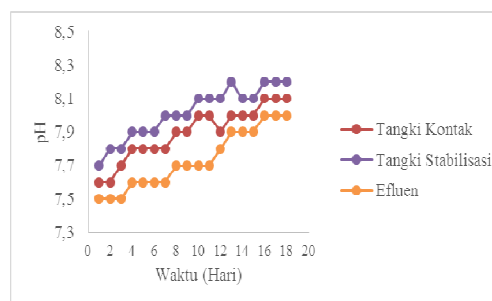
**Gambar 6.** Perubahan pH Variasi Waktu Detensi 1 jam



**Gambar 7.** Perubahan pH Variasi Waktu Detensi 2 jam



**Gambar 8.** Perubahan pH Variasi Waktu Detensi 3 jam



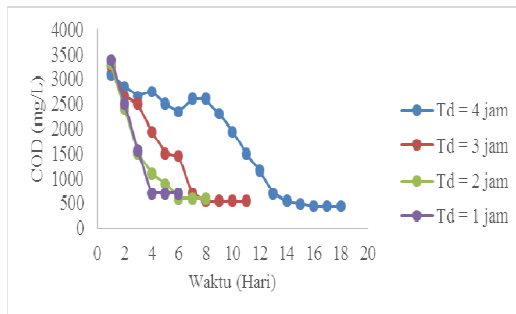
**Gambar 9.** Perubahan pH Variasi Waktu Detensi 4 jam

Berdasarkan Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan bahwa pH berada pada rentang 7,0-8,2.

Pada rentang pH tersebut diperkirakan mikroorganisme aerob yang digunakan di dalam reaktor dapat berkembang dengan optimum mengingat kondisi lingkungan optimum mikroorganisme aerob adalah 6,5-8,5.

### 3.6 Perubahan COD Tahap Kontinu

Dilakukan pengukuran COD setiap hari selama tahap kontinu. Tahap kontinu dilakukan dengan mengoperasikan reaktor dengan waktu detensi 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam sertamelakukan analisa sampel terhadap COD. Hasil pengukuran COD tersebut dapat dilihat pada Gambar 10.

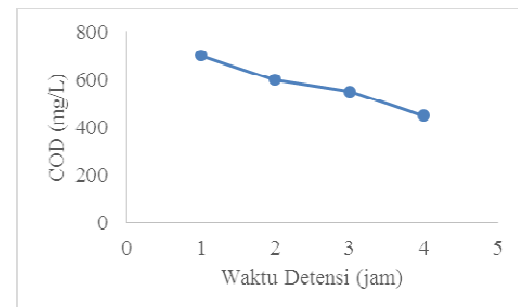


**Gambar 10.** Perubahan COD Tahap Kontinu

Gambar 10 menunjukkan hubungan nilai COD pada tahap kontinu terhadap waktu pada masing-masing waktu detensi yang memiliki kecenderungan menurun. Pada gambar tersebut menunjukkan bahwa kondisi tunak telah tercapai dalam waktu yang berbeda-beda. Pada waktu detensi selama 4 jam nilai COD mengalami penurunan sampai keadaan tunak sebesar 450 mg/L dalam waktu 18 hari, sedangkan pada waktu detensi selama 3 jam nilai COD mengalami penurunan sampai keadaan tunak sebesar 550 mg/L dalam waktu 10 hari dan pada waktu detensi selama 2 jam nilai COD mengalami penurunan sampai keadaan tunak sebesar 600 mg/L dalam waktu 7 hari serta pada waktu detensi selama 1

jam nilai COD mengalami penurunan sampai keadaan tunak sebesar 700 mg/L dalam waktu 6 hari. Selanjutnya, peningkatan waktu kontak dapat mengakibatkan biodegradasi organik berlangsung lebih lama sehingga kadar COD menjadi makin rendah [Munazah dan Soewondo, 2008].

Analisis kondisi tunak masing-masing waktu detensi dapat dilihat pada Gambar 11.

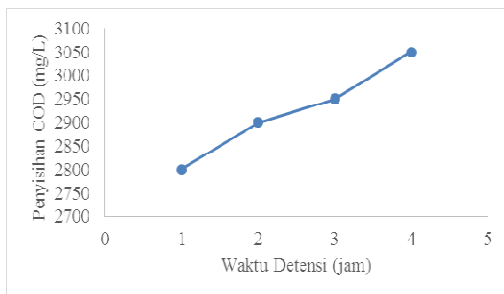


**Gambar 11.** Hubungan Waktu Detensi Terhadap Nilai COD

Gambar 11 menunjukkan pengaruh waktu detensi terhadap nilai COD. Nilai COD paling rendah didapatkan pada waktu detensi selama 4 jam. Nilai ini menandakan bahwa zat-zat organik yang terdapat dalam limbah hampir seluruhnya dapat didegradasi oleh mikroorganisme yang bekerja di dalam reaktor kontak stabilisasi. Makin lama waktu tinggal akan memberikan waktu kontak antara bahan organik yang terdapat dalam limbah cair dengan mikroorganisme juga semakin lama sehingga degradasi senyawa organik (penurunan COD) menjadi paling besar [Ambar dkk, 2004].

Hubungan waktu detensi dalam meyisihkan kandungan COD limbah cair industri *pulp* dan kertas pada kondisi tunak ditampilkan pada Gambar 12.

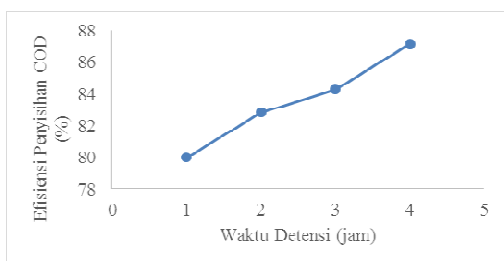




**Gambar 12.** Hubungan Waktu Detensi Terhadap Penyisihan COD

Gambar 12 menunjukkan bahwa penyisihan COD secara umum meningkat sejalan dengan meningkatnya waktu detensi. Meningkatnya penyisihan COD menunjukkan bahwa mikroorganisme bekerja dengan baik sehingga proses dapat berlangsung karena dapat mendegradasi atau menyisihkan senyawa-senyawa organik di dalam limbah cair.

Besarnya efisiensi penyisihan COD limbah cair *pulp* dan kertas dengan menggunakan reaktor kontak stabilisasi dengan waktu detensi 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam pada kondisi tunak dapat dilihat Gambar 13.



**Gambar 13.** Hubungan Waktu Detensi Terhadap Efisiensi Penyisihan COD

Data percobaan menunjukkan bahwa nilai sudah relatif konstan menandakan bahwa keadaan tunak (*steady state*) telah tercapai. Kemampuan reaktor dalam menurunkan nilai COD dapat dilihat dengan efisiensi penyisihan COD pada setiap pengoperasian waktu detensi. Efisiensi penyisihan COD yang menurun dengan menurunnya waktu detensi menunjukkan bahwa meningkatnya kandungan COD disebabkan oleh mikroorganisme belum mampu memecah bahan organik dengan optimal sedangkan kandungan organik di dalam air meningkat [Hidayah dan Trihangdiningrum, 2010].

### 3.7 Studi Komparatif Kinerja Reaktor Kontak Stabilisasi

Studi komparatif kinerja reaktor kontak stabilisasi ditinjau dengan membandingkan kinerja reaktor kontak stabilisasi menggunakan substrat limbah cair *pulp* dan kertas terhadap reaktor kontak stabilisasi yang mengolah limbah cair industri lainnya. Perbandingan kinerja reaktor kontak stabilisasi pengolahan limbah cair *pulp* ini dengan reaktor lainnya disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Studi Komparatif Kinerja Reaktor Kontak Stabilisasi

No	Pustaka	Substrat	Variabel	Efisiensi Penyisihan COD
1	Nelson [1996]	Limbah cair tekstil	Persen resirkulasi	61,69%
2	Carrolina [2010]	Limbah cair tahu	Waktu detensi	82,26%
3	Susanti [2010]	Limbah cair tahu	Persen Resirkulasi	82,60%
4	Penelitian ini	Limbah cair <i>pulp</i> dan kertas	Waktu detensi	87,14%

Tabel 2 menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan COD pada penelitian ini tidak jauh berbeda secara signifikan. Nelson [1996] telah melakukan penelitian menggunakan reaktor kontak stabilisasi untuk mengolah limbah cair industri tekstil dengan bervariasi persentase resirkulasi lumpur sebesar 50%, 75%, 100% dan 200% mendapatkan efisiensi penyisihan COD sebesar 61,69% dengan persentase resirkulasi optimum 75% sedangkan Carrolina [2010] melakukan penelitian menggunakan reaktor kontak stabilisasi untuk mengolah limbah cair tahu dengan bervariasi waktu detensi selama 0,5 jam, 1 jam, 1,5 jam, 2 jam dan 2,5 jam mendapatkan efisiensi penyisihan COD optimum yaitu 82,26%, selain itu

Susanti [2010] melakukan penelitian menggunakan reaktor kontak stabilisasi untuk mengolah limbah cair tahu dengan bervariasi persentase resirkulasi sebesar 55%, 65%, 75% dan 85% mendapatkan efisiensi penyisihan COD optimum yaitu 82,60%, serta pada penelitian ini melakukan pengolahan limbah cair *pulp* dan kertas menggunakan reaktor kontak stabilisasi dengan bervariasi waktu detensi selama 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam mendapatkan efisiensi penyisihan COD berturut-turut 80,00; 82,86; 84,29 dan 87,14%. Berdasarkan hasil efisiensi penyisihan COD yang didapatkan maka dapat dibuktikan bahwa limbah cair *pulp* dan kertas dapat diolah menggunakan reaktor kontak stabilisasi.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Penyisihan COD terbesar limbah cair industri *pulp* dan kertas menggunakan reaktor kontak stabilisasi dihasilkan pada waktu detensi selama 4 jam dengan nilai 3050 mg/L.
2. Efisiensi penyisihan COD tertinggi didapatkan pada waktu detensi selama 4 jam yaitu sebesar 87,14 %. Proses pengolahan limbah cair *pulp* dan

kertas berlangsung pada pH sekitar 7,0-8,2.

Saran lanjutan yang dapat ditindak lanjuti pada penelitian ini antara lain:

1. Perlu dilakukan pengolahan limbah cair yang lain terhadap efisiensi penyisihan COD menggunakan reaktor kontak stabilisasi supaya didapatkan perbandingan hasil.
2. Perlu dilakukan identifikasi bakteri yang terlibat selama proses aerobik.



3. Sebaiknya melakukan pengecekan suhu pada saat melakukan penelitian.
4. Perlu dilakukan analisa oksigen terlarut (DO) untuk mengetahui suplai oksigen di dalam sistem aerob.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, A., T. Setiadi, M. Syafila, dan O.B. Liang, 1999, *Bioreaktor Berpenyekat Anaerob untuk Pengolahan Limbah Industri yang Mengandung Minyak dan Lemak: Pengaruh Pembebanan Organik Terhadap Kinerja Bioreaktor*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo 1999, TK-ITB, Bandung, 19-20 Oktober.
- Ambar, H., Sumarno, dan Sutrisnanto, 2004, *Uji Kinerja Pengolahan Limbah Cair Industri Partikel Board Secara Aerobik*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses 2004 ISSN:1411-4216, Universitas Diponegoro, Semarang.
- APHA, AWWA dan WPCF., 1992, *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*, American Public Health Association: Washington DC.
- Carrolina, D., 2010, *Rancang Bangun Alat Kontak Stabilisasi (Pengaruh Waktu Detensi Terhadap Degradasi Senyawa Organik Karbon dari Limbah Cair Industri Tahu*, Skripsi, Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Eckenfelder., 1980, *Principles of Water Quality Management*, CBI Publishing Company, Inc. USA.
- Haryono., 2011, *Peningkatan Produksi Kertas Dunia*. Majalah Assosiasi Pengusaha Kertas Indonesia (APKI).
- Hidayah, A.N., dan Y. Trihadiningrum, 2010, *Penyisihan COD dan BOD dalam greywater dengan free water system constructed wetland*, ITS, Surabaya.
- Keputusan Menteri KLH Nomor KEP 51/MENKLH/10/1995 Tentang *Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri*.
- Munazah, A.R. dan P. Soewondo, 2008, *Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan Dengan Modifikasi ABR dan Constructed Wetland Pada Industri Rumah Tangga*, Tesis, Institut Teknologi Bandung.
- Nelson., 1996, *Optimasi Resirkulasi Lumpur pada Pengolahan Air Buangan Industri Tekstil dengan Sistem Kombinasi Proses Kontak Stabilisasi dan Adsorpsi Karbon Aktif Granular pada Umur Lumpur 15 Hari*, Skripsi, Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- Susanti, L.D., 2010, *Rancang Bangun Alat Kontak Stabilisasi (Pengaruh Resirkulasi Lumpur Terhadap Penurunan Senyawa Organik Limbah Cair Industri Tahu)*, Skripsi, Program Studi Diploma III Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.